

IMPLANTAÇÃO DE PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE TERMOFORMAGEM

Arthur Santos Prado (Faculdade Unida de Campinas)

arthur_prado_08@hotmail.com

Israel Mateus de Oliveira (Faculdade Unida de Campinas)

israelmateus@live.com

Kauana Maria Costa Borges (Faculdade Unida de Campinas)

kaubcosta@gmail.com

Rodrigo Vieira Mansão (Faculdade Unida de Campinas)

engprod.fat@gmail.com

Thamine Gomes Rodrigues (Faculdade Unida de Campinas)

thaminegomes@gmail.com

Alcançar um processo produtivo sem falhas e com produção satisfatória requer um desenvolvimento de métodos voltados a confiabilidade, disponibilidade e eficiência dos equipamentos. Na busca de atingir a produtividade total e atender a demanda em que o mercado consumidor exige, fazem-se necessárias metodologias que aumentem a qualidade em seus produtos e processos. A manutenção preventiva, por sua vez, é essencial para atingir tais resultados, destinada a reduzir a probabilidade de ocorrência da falha. É uma ação de manutenção prevista, preparada ou programada antes da data provável do aparecimento da falha. O presente trabalho tem como objetivo identificar melhorias voltadas a implantação do plano de manutenção preventiva, por meio da análise da capacidade, produtividade, eficiência e perdas por parada de máquina em uma empresa de descartáveis no Estado de Goiás. A metodologia utilizada foi exploratória quantitativa, por meio do levantamento de indicadores referentes a dois maquinários, os quais apresentaram maior índices de perda, fator que tem impactado diretamente na produtividade e produto final. Após o estudo dos indicadores, desenvolveu-se, em paralelo, um plano ação preventivo, em que se minimiza a ocorrência de paradas não programadas, aumentando a capacidade de produção e reduzindo os custos relativos à manutenção corretiva, apresentando, assim, um cenário ideal que fomenta os resultados da empresa.

Palavras-chave: Manutenção Preventiva. Produtividade. Minimização de Custo.



1. Introdução

Na busca de atingir a produtividade total e a demanda que o mercado consumidor exige, fazem-se necessárias metodologias que aumentem a qualidade de seus produtos e processos por meio de técnicas utilizadas na gestão da manutenção. Além disso, conquistar um processo produtivo sem falhas e com produção satisfatória, requer o desenvolvimento de métodos voltados a confiabilidade, disponibilidade e eficiência da máquina e, conseqüentemente, o estudo de cenários que busquem entender a capacidade e necessidade de cada setor.

O presente estudo será realizado numa indústria do setor de descartáveis plásticos, situada no município de Goiânia – GO, a qual conta com mais de 30 produtos em sua linha primária. Atualmente, sua produção está concentrada em três maquinários para o processo inicial (Extrusoras) e treze maquinários para o processamento do produto Final. Desse modo, busca aprimorar seus resultados por meio da análise de dados, voltados à manutenção, a fim de maximizar a produtividade e minimizar custo e tempo por máquina parada.

A manutenção dentro das empresas se torna cada vez mais importante para garantir a confiabilidade e produtividade do sistema, assim gerando resultados significativos para as organizações. Atualmente, destacam-se dois tipos de manutenção mais utilizados em meio industrial, as manutenções preventivas e as corretivas. Estas têm como objetivo prevenir a parada total do equipamento ou quebras durante o processo e a correção do problema após a falha já evidenciada, respectivamente, para entrar em ação a troca de peças ou equipamentos.

Com o avanço industrial e desenvolvimento tecnológico, nota-se a importância de a empresa dispor de departamento próprio para manutenção, que funcione baseado nos pilares de confiabilidade e regularidade dos sistemas produtivos, para que possa entregar os resultados esperados, prevenindo perdas e falhas no processo. Dessa forma, obtém-se uma posição de competitividade dentro do mercado em termos de excelência operacional e, conseqüentemente, reduzindo custos e perdas operacionais, tornando-o um setor estratégico. Habitualmente, esse departamento trabalha com uma sequência de prioridades definidas como: manutenção de emergência, manutenção crítica e manutenção normal.

Analisando a produção atual da empresa, definiu-se a aplicação de TPM (Manutenção Produtiva Total) em duas máquinas termoformadoras, as quais após estudos quantitativos apresentaram maior índice de manutenção mecânica. Estas foram divididas em: quebra de equipamentos, aguardo de manutenção, troca de produto, preparação do equipamento,

reabastecimento de linha. Dessa forma, impactando diretamente relação manutenção x produtividade do setor.

2. Desenvolvimento

2.1 A Empresa

A empresa Goiana, Termopot Indústria de Termoformagem, opera no mercado de descartáveis plásticos desde 2003, ofertando desde sua fundação mudanças e inovações, buscando sempre se modernizar, a fim de se tornar a maior indústria de descartáveis do centro-oeste, título adquirido em 2007, tomando a liderança do mercado goiano. Na atualidade, a qualidade para seus consumidores e revendedores é o principal foco da empresa, além da maximização dos resultados para os acionistas. A empresa, hoje, opera com um mix de mais de trinta itens, contendo copos, pratos e potes descartáveis, que são todos certificados pelo INMETRO.

2.2 Definição e Histórico da Manutenção:

A manutenção industrial tem incorporado às suas estratégias usuais de gerenciamento de manutenção alguns princípios originados na confiabilidade. Segundo Moubray (1996), a manutenção tem explorado novos modos de pensar, técnicos e administrativos, já que os novos requisitos de mercado tornaram visíveis as limitações dos atuais sistemas de gestão. Uma das mudanças apontadas pelo autor, é a inclusão de elementos da confiabilidade às estratégias usuais de manutenção encontradas nas empresas de fabricação e de serviços tecnológicos.

2.3 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva, por sua vez, é definida para a situação em que não se caracterizou um estado de falha. Sendo assim, essa forma de manutenção é aquela realizada em um equipamento com a intenção de reduzir a probabilidade de ocorrência da falha e minimizar os custos de operação da máquina. É uma intervenção de manutenção prevista, preparada ou programada antes da data provável do defeito acontecer.

Segundo Fogliatto (2011), a principal função de um programa de inspeção e manutenção preventiva é controlar e garantir o estado e a disponibilidade dos equipamentos. Nesse contexto, é necessário identificar uma frequência chave para realização das manutenções preventivas, estudar os custos de implementação e analisar os tipos de manutenção. De acordo com a ciência da engenharia, deveria ser sempre preferível realizar uma manutenção preventiva, compatível

com os recursos disponíveis, a uma estratégia corretiva. Essa sugestão é apoiada por um bom número de casos estudados, que demonstram os benefícios da manutenção preventiva, comprovando que há uma redução de 90% de suspensões da produção não planejadas (Tachibana, 1994).

2.4 Manutenção Corretiva

Manutenção corretiva não planejada – correção da falha de maneira aleatória, ou seja, é a correção da falha ou desempenho menor que o esperado após a ocorrência do fato. Esse tipo de manutenção implica em altos custos, pois, causa perdas de produção e, em consequência, os danos aos equipamentos é maior;

Manutenção corretiva planejada – é a correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo, detectivo ou, até mesmo, pela decisão gerencial de se operar até ocorrer a falha. Pelo seu próprio nome, planejado, indica que tudo o que é planejado, tende a ficar mais barato, mais seguro e mais rápido.

2.5 Custo de Manutenção

O setor de manutenção deixou de ser visto como departamento de gastos e se tornou essencial na redução dos custos dentro de uma organização, ainda mais com os avanços tecnológicos cada vez mais presentes nas empresas. Dentro dos custos que envolvem esse setor, pode ser citado mão de obra, ferramentas, peças necessárias a serem repostas, depreciação dos equipamentos, dentre todos os outros custos que envolvam manter o setor em operação prestando o suporte necessário.

O processo de identificação dos custos pode ser dividido em diretos, que são os que envolvem gastos com mão de obra, ferramentas de trabalho, itens a serem repostos, insumos gastos e serviços. Já os indiretos, estão ligados a depreciação de maquinário e prejuízos causados por determinada interrupção de atividades em execução.

2.6 Política de Manutenção

A política de manutenção está ligada diretamente à taxa previsível de falhas. Determinar manutenibilidade do equipamento e verificar a acessibilidade ao executar a manutenção, traz ao estudo maior confiabilidade operacional. Dessa forma, a política consiste em estabelecer um plano de manutenção que atenda às necessidades e reduza os custos, aumentando a eficiência

dos maquinários e processos utilizados. Além disso, é necessário entender a viabilidade técnica e econômica da detecção antecipada da falha pelo controle de variáveis e funcionalidade do equipamento (WAEYENBERGH; PINTELON, 2002).

É importante salientar a necessidade de interpretar os equipamentos ou instalação, considerando sua influência nos custos indiretos de manutenção e avaliação econômica comparativa dos benefícios resultantes das diversas opções possíveis de manutenção a aplicar.

2.7 TPM (Manutenção Produtiva Total)

A *TPM*, antes de tudo, deve ser vista como um sistema de gestão organizacional focada na disponibilidade total do equipamento em conformidade com a produção. Esta cultura deve ser seguida por todos os departamentos da empresa, desde a alta gerência até o operador do equipamento.

Segundo Wyrebski (1997), a *TPM* explica uma relação conjunta entre quaisquer funções organizacionais, em especial entre produção e manutenção, para crescimento constante da qualidade do produto, segurança e eficiência operacional. A base do *TPM* é a ordem que os operadores dos equipamentos de produção compartilhem dos trabalhos de manutenção preventiva, dessa forma, auxilia ao setor de manutenção na realização dos consertos e reparos.

2.8 OEE (Índice de Eficiência Global)

O OEE é utilizado para medir a eficiência global dos equipamentos, com isso podem ser apresentados com maior credibilidade os dados de determinado equipamento dentro das organizações. Segundo Belohlavek (2006), o *overall equipment effectiveness (OEE)*, permite medir a produção industrial em função da disponibilidade, performance e qualidade de uma planta. A performance representa a propriedade da manutenção e a conservação da capacidade produtiva, assim se mede como um desvio entre a produção real e a potencial.

A disponibilidade dos equipamentos é o fator mais observado, mede-se subtraindo o tempo operacional do tempo de parada e relacionando-o com o tempo total operacional disponível. A qualidade é resultante da comparação de bens ou serviços produzidos dentro dos parâmetros de qualidade estabelecidos com a qualidade total de bens ou serviços produzidos de fato.

3. Desenvolvimento

Para a realização deste trabalho, utilizou-se a metodologia quantitativa com o objetivo de

analisar dois equipamentos para termoformagem em copos descartáveis, verificando possíveis pontos de melhoria no processo produtivo, a fim de evitar que as paradas para manutenção interfiram negativamente no resultado final da produção.

Em um segundo momento, elaborou-se um planejamento de coletas de dados para definir os meios de desenvolvimento do estudo, mensurando a situação atual do processo produtivo e dos equipamentos que apresentavam maiores gargalos relativos a perdas por parada, definidas como máquinas 6 e 7. Para coleta e tratamento dos dados, utilizou-se os softwares disponibilizados na empresa e ferramentas de apoio, como planilhas e manuais de uso do equipamento, que fomentou a realização dos cálculos para a continuidade deste projeto.

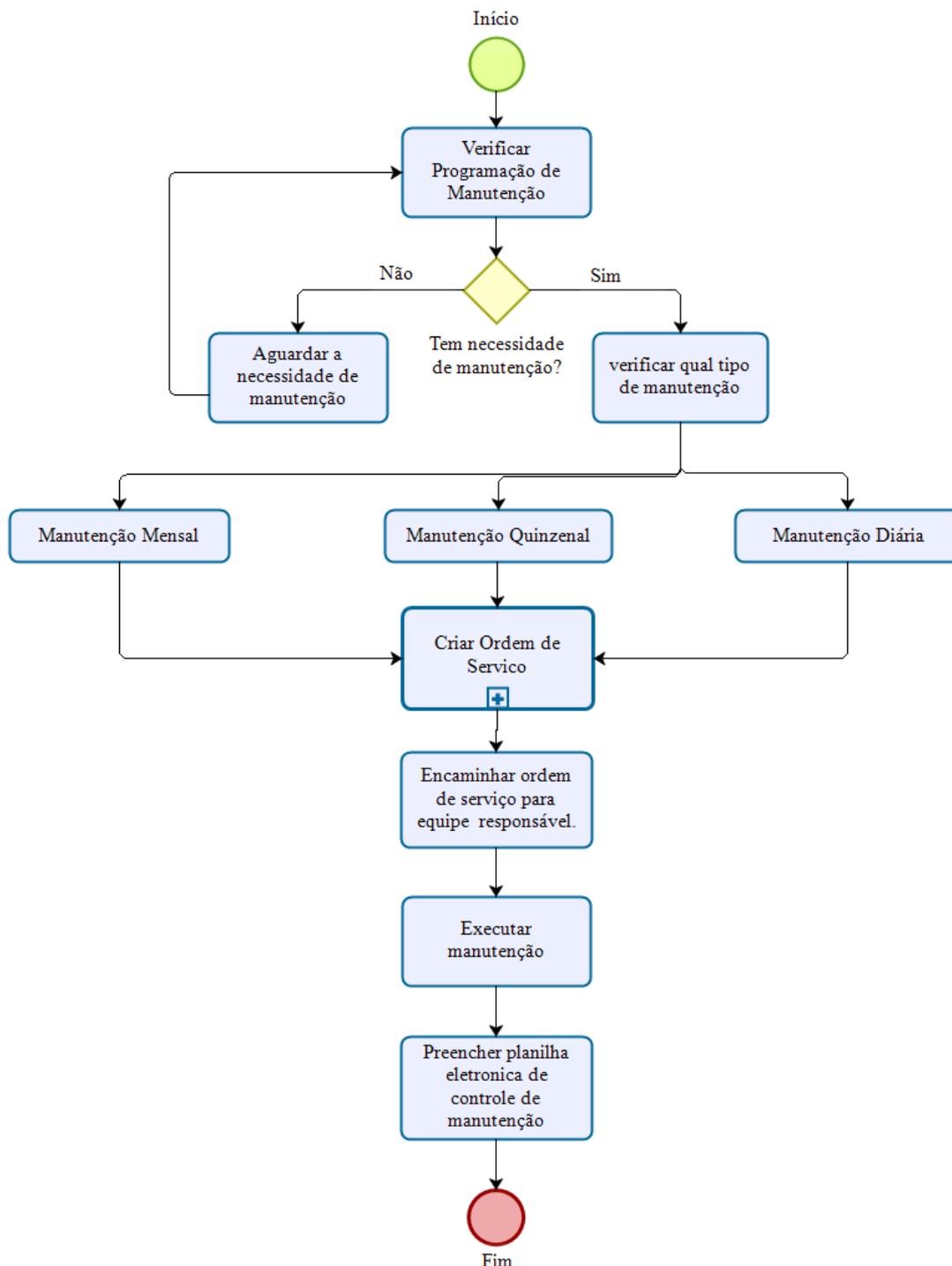
Os equipamentos referem-se à termoformadoras tipo AMD-TFC-84, utilizando Poliestireno (PS) como matéria prima principal na fabricação de copos descartáveis de 200ml. Possuindo tempo de ciclo igual a 27 segundos, com três operadores ativos no processo. O método utilizado para medir o nível de utilização global das máquinas se deu por meio da ferramenta *OEE*, que possibilita identificar a atual configuração dos sistemas de manutenção e os resultados obtidos pelo seu uso.

Para realizar os ajustes necessários do processo produtivo, foi utilizado o método do *TPM* (Manutenção Produtiva Total), em busca de eliminar quebra das máquinas, assim aumentando a produtividade do processo e a competitividade com o mercado. Com isso, realizou-se o plano de implantação da ferramenta que possui o objetivo de reduzir perdas devido a falhas no sistema, tendo como base a definição de dados para cada etapa de implantação.

A pesquisa tem como finalidade a melhoria do processo de fabricação, otimizando o setor de manutenção. As termoformadoras 6 e 7 apresentam maiores índices de falhas, interferindo diretamente no volume de itens produzidos por linha. A pesquisa para o desenvolvimento do trabalho será de forma exploratória quantitativa, analisando os dados fornecidos pela empresa, a fim de propor uma nova estratégia operacional para manutenção. Desta forma, será realizado um estudo dos pontos de melhoria dentro do processo de fabricação, aumentando a produtividade e reduzindo o percentual de falhas por meio da aplicação dos conceitos do *TPM*. O desafio da manutenção atual é determinar a máxima regularidade de manutenção, ou seja, o momento ideal de se realizar a interferência em função de uma otimização do processo e ao menor custo possível. Quando se trata do estabelecimento da periodicidade das manutenções, é necessário minimizar o custo e maximizar a confiabilidade do sistema visando o maior aproveitamento. É esperado que as intervenções no sistema se deem na iminência de uma falha,

a fim de eliminar as perdas desnecessárias que incorram em diversos custos adicionais. A figura 1 demonstra como ocorre o processo de manutenção, que consiste na identificação do tipo de manutenção a ser executada, criação da ordem de serviço, encaminhamento a equipe responsável e realização da manutenção descrita. Após a execução, o registro da atividade é realizado em planilha eletrônica do setor.

Figura 01 – Fluxograma de procedimento de manutenção



Fonte: Primária 2019

3.1 Análise do cenário atual

Para que ocorra suporte à estratégia de produção, deve-se considerar o desempenho atual dos equipamentos, identificados por meio dos indicadores de disponibilidade, performance e qualidade. O cenário atual apresenta uma grande frequência de paradas para manutenção corretiva, que impactam diretamente no desenvolvimento do processo. Durante 600 minutos (10h) disponíveis para produção, notou-se que as termoformadoras 6 e 7 possuem 136,42 e 71,32 minutos de parada por dia, respectivamente. Considerando que cada equipamento produz em média 432 caixas com 3000 unidades, há uma perda de 98,24 para máquina 6 e 51,38 caixas para máquina 7, por dia.

Para a obtenção dos dados do cenário atual da empresa, analisou-se os tempos de parada no período de maio a agosto de 2019, estes classificados em: Quebra de equipamentos, Aguardo de manutenção, Troca de produto, Preparação do equipamento e Reabastecimento de linha. A tabela 01 elucida os dados em minutos do tempo de falha das máquinas em estudo.

Tabela 01 – Tempo de falha dos equipamentos

Item	Tempo de falha	
	Máquina 6 (min)	Máquina 7 (min)
Quebra de equipamento	2640,60	1253,40
Aguardo de manutenção	140,40	70,20
Troca de produto	19,80	9,00
Preparação do Equipamento	10,20	25,20
Reabastecimento de linha	190,20	211,20
Total	3001,20	1569,00

Fonte: Primária 2019

Observa-se que nos períodos analisados, a maior demanda de manutenção é referente a quebra de equipamento, este equivalente a 87,98% para máquina 6 e 79,89% do tempo total de falha para máquina 7. Dessa forma, necessita-se de um plano de manutenção preventivo, com ênfase no número de ocorrência e tempo de parada do equipamento.

Para realização do *OEE (Performance x Qualidade x Disponibilidade)*, se faz necessário o cálculo dos seguintes indicadores:

- Performance:

$$Performance\% = ((Quantidade\ boas + Quantidade\ ruins) / Quantidade\ teórica\ total) * 100\%$$

- Qualidade:

$$Qualidade\% = (Quantidade\ boas / (Quantidade\ boas + ruins)) * 100\%$$

- Disponibilidade:

$$Disponibilidade\% = (Tempo\ produzindo / Tempo\ disponível) * 100\%$$

A tabela 02 apresenta os resultados para o cálculo do *OEE*.

Tabela 02 – Cálculo dos indicadores do OEE

	Máquina 6 (min)	Máquina 7 (min)
Tempo operacional do equipamento	12960,00	12960,00
Tempo não programado para produzir	0,00	0,00
Tempo em que o equipamento esteve parado	3001,20	1569,00
Itens produzidos bons	2197067,00	2483172,00
Itens produzidos ruins	659120,00	744951,70
Tempo disponível	12960,00	12960,00
Tempo produzindo	9958,80	11391,00
Produção teórica	28800,00	28800,00
	0,35	0,40
Indicador de disponibilidade	77%	88%
Indicador de performance	45%	51%
Indicador de qualidade	77%	77%
OEE	27%	35%

Fonte: Primária 2019

No primeiro momento, levantou-se o tempo operacional dos equipamentos utilizando 18 dias úteis no mês com 1 turno de trabalho de 600 minutos mais 4 dias úteis com 1 turno de trabalho de 540 minutos. Dessa forma, tem-se 12960 minutos que equivalem a 22 dias disponíveis para produção, visto que em 4 deles o período de trabalho é menor devido regramento interno da empresa. Para cálculo de tempo não programado para produzir, considerou-se 0 minutos. Isso ocorre devido aos equipamentos continuarem operando em intervalos para refeições e troca de colaboradores. No tempo em que o equipamento esteve parado, tem-se o resultado obtido pelos tipos de paradas mencionadas na tabela 01 das respectivas máquinas.

Com auxílio dos relatórios de produção disponíveis em sistema online, pôde-se obter a quantidade de itens produzidos no período analisado, classificados em bons todos aqueles aprovados no teste de qualidade para consumo e, ruins todos aqueles reprovados e/ou refugados

pelo colaborador.

O tempo disponível é obtido pela diferença entre o tempo operacional do equipamento e o tempo não programado para produzir. Considerando os dados supracitados, tem-se como resultado o mesmo valor de 12960 minutos. Para o cálculo de tempo produzindo, realizou-se a diferença entre o tempo disponível e o tempo de parada, para que se tenha apenas o valor relativo à sua produção. Já na produção teórica, tem-se o tempo disponível dividido pelo tempo de ciclo por minuto.

Contudo, após obter os indicadores relativos a disponibilidade, performance e qualidade, pôde-se calcular o Índice de Eficiência Global das máquinas 6 e 7, resultando em 27% e 35% respectivamente.

3.2 Custo

Para cálculo de custo, realizou-se um levantamento da quantidade teórica produzida por mês, a fim de mensurar a quantidade de perda encontrada, sendo identificado pelo tempo de parada por máquina. Diante disso, temos no período de quatro meses o total de R\$ 420.008,16 devido à quebra do equipamento, que acarretou na não produção da quantidade teórica programada para o mês. A tabela 03, demonstra a quantidade de perda por máquina na produção.

Tabela 03 – Custo de Perda de Produção

Máq.	Tempo Disponível (Min/mês)	Quant. Teórica (Un/mês)	Perda (Un/mês)	Custo Mensal R\$	Custo Período R\$
6	12960,00	9331,20	1587,08	R\$ 69.037,98	R\$ 276.151,92
7	12960,00	9331,20	826,76	R\$ 35.964,06	R\$ 143.856,24

Fonte: Primária 2019

As variáveis analisadas estão compreendidas em minutos por mês equivalente a 22 dias úteis, com valor unitário de R\$43,50 por caixa. O tempo disponível é igual para os dois equipamentos devido as instruções de trabalho estipuladas no plano de produção. A manutenção produtiva total pode ser entendida como um padrão de gestão, que busca a melhoria contínua do sistema produtivo por meio da eliminação de perdas, redução de paradas e aumento da produção.

As tabelas 04 e 05 evidenciam uma estimativa em reais do custo total para realização da manutenção preventiva por máquina.

Tabela 04 – Custo de manutenção preventiva máquina 6

MÁQUINA 6

Manutenção	Problema	MTTF	MTBF	MTTR	Freq.	R\$	Custo
Ajuste de resistência	Não esquentada corretamente o molde	296,44	1991,76	59,29	6	R\$140,00	R\$840,00
Troca das facas	Rebarbas pelo corte	1015,35	497,94	50,77	24	R\$160,00	R\$3840,00
Troca das camisas	Copos mau formados	652,36	829,90	54,36	15	R\$350,00	R\$5250,00
Troca dos extratores	Fundos mau formados	501,21	995,88	50,12	12	R\$75,90	R\$910,80
Revisão dos Plugs	Rachadura do Plugs	175,24	2489,70	43,81	5	R\$79,00	R\$395,00
Total		2640,6		258,35			R\$11235,8

Fonte: Primária 2019

Para identificar a frequência de manutenção preventiva de cada problema apresentado, considerou a soma do Tempo de Quebra do Equipamento (*MTTF*), e do Tempo Médio de Reparo (*MTTR*) dividido pelo Tempo Médio Entre Falhas (*MTBF*). Com isso, tem-se para o período de quatro meses o custo total de manutenção preventiva de R\$44.943,20 para máquina 6. Nota-se que o maior índice de problema está relacionado a troca das facas, que impactam diretamente a perda de produto que se encontram com rebarbas, durante a realização do corte.

Tabela 05 – Custo de manutenção preventiva máquina 7

MÁQUINA 7

Manutenção	Problema	MTTF	MTBF	MTTR	Freq.	R\$	Custo
Troca de resistência	Não esquentada corretamente o molde	137,49	1898,50	22,92	7	R\$ 140,00	R\$ 980,00
Troca das facas	Rebarbas pelo corte	652,34	569,55	32,62	22	R\$ 160,00	R\$ 3.520,00
Troca das	Copos mau	225,36	1035,55	20,49	12	R\$ 350,00	R\$ 4.200,00

camisas	formados						
Troca dos extratores	Fundos mau formados	103,96	5695,50	51,98	2	R\$ 75,90	R\$ 151,80
Revisão dos Plugs	Rachadura do Plug	34,25	5695,50	17,13	2	R\$ 79,00	R\$ 158,00
Total		1153,40		145,12			R\$9.009,80

Fonte: Primária 2019

No cálculo de manutenção preventiva, realizou-se uma cotação dos itens utilizados nos equipamentos. O período estabelecido para limitar o uso de cada material incluído no programa de manutenção preventiva, foi calculado de acordo com as frequências de quebras e manuais das peças adquiridas. O custo do mecânico não foi considerado para fins de cálculo da manutenção, devido ao mesmo estar incluso no quadro de funcionários da empresa. Dessa forma, o valor total estimado para manutenção preventiva no período em estudo para máquina 7 é R\$ 36.039,20.

Utilizando os métodos de *TPM* aplicados à ferramenta *5W2H*, pôde-se elaborar um plano de ação para os equipamentos estudados, identificando o objetivo, assim como quem o fará e seu respectivo custo para implantar esse projeto de melhoria. Dessa forma, baseado no custo estabelecido por mês de cada máquina e na frequência estipulada nas tabelas 04 e 05, realizou-se a programação preventiva apresentada na tabela 06, a qual elucida as informações estipuladas por mês das duas máquinas em análise.

Tabela 06 – Plano de ação

Plano de Ação - Manutenção preventiva (Máquina 6 e 7)			
Data da criação do plano:	01/01/2020	Responsável:	Setor de Manutenção
Data da revisão do plano:	01/02/2020 mensal	Meta:	100%
Objetivo	Realização manutenção preventiva dos equipamentos.		
O que	Manutenção preventiva dos itens: Resistência, Facas, Camisas, Extratores e Plugs.		
Como	Realizar a troca periódica dos itens utilizados conforme prazo acordado no plano de manutenção preventiva.		
Quem	Responsável pelo setor de manutenção.		
Quando	Conforme frequência estabelecida no plano de manutenção preventiva.		

Onde	Empresa.
Por que	Diminuir os custos de perda de produção por parada para manutenção.
Quanto	R\$20.245,60
Situação Atual	Em estudo para implantação.

Fonte: Primária 2019

No plano de ação das manutenções preventivas desenvolvido, pode-se observar o resumo das atividades necessárias para a sua execução. Com duração mensal, o projeto deve ser revisado para que se obtenha maior aproveitamentos dos dados supracitados, podendo ser replicados ou alterados conforme necessidade da empresa. A execução correta do plano de manutenção é de responsabilidade dos colaboradores envolvidos, tornando-o imprescindível para o sucesso do estudo, o qual evitará perdas no processo produtivo e maiores custos de parada para manutenção. O período para realização do plano preventivo deverá acontecer em horário noturno e/ou fora do expediente, considerando que as máquinas 6 e 7 não reduzam seu tempo disponível para produção mensal.

4. Considerações Finais

O presente projeto de conclusão de curso verificou as principais oportunidades de melhoria na Indústria de Termoformagem Termopot. Analisando o setor de manutenção de máquinas e equipamentos, pôde-se propor um plano de ação voltado a manutenção preventiva, com objetivo de reduzir as perdas operacionais no processo e aumentar a produtividade das máquinas 6 e 7, por meio da redução do tempo de parada por falhas. Em segundo momento, fez-se necessário atribuir ao estudo a relação Custo x Benefício, o qual deixou evidente a economia em utilizar a manutenção preventiva na eliminação de falhas no processo por quebra de equipamento.

Na obtenção da frequência de manutenção, realizou-se o cálculo de disponibilidade, confiabilidade e taxas de falha dos equipamentos, atribuindo para cada adversidade um período de troca e avaliação do componente. Deste modo, pode-se mitigar custos provenientes da falha devido a previsão calculada por meio do tempo médio de falhas (*MTTF*) e o tempo médio entre falhas (*MTBF*).

Para calcular os tempos necessários de produção e parada por falha, realizou-se um levantamento mensal com intuito de evidenciar os motivos operacionais que influenciam na produtividade dos equipamentos e agregar ao modelo uma proposta expressiva na receita

organizacional. Diante disso, nota-se que o lucro agregado à produtividade com a eliminação total das falhas é de R\$420.008,16 durante o período em análise. Considerando a correta aplicação do plano de manutenção preventivo evidenciado no estudo, tem-se um custo agregado de R\$ 80.982,40, tornando-o assim mais eficiente que a atual configuração estipulada na empresa. O valor total esperado pela economia projetada é R\$ 339.017,76 em quatro meses ou R\$84.754,44 mensal.

Diante do cenário apresentado, recomenda-se que a empresa avalie a possibilidade da implantação do plano de manutenção preventiva descrito neste projeto, a fim de reduzir o custo de perda de produção por falha, minimizando o número de paradas mensais para manutenção corretiva. Dessa forma, nota-se a importância da aplicação dos conceitos de *TPM* alinhados aos conhecimentos da Engenharia de Produção, para que se obtenha uma constante melhoria de processos e a máxima utilização dos recursos disponíveis na empresa.

5. Referências

BELOHLAVEK, Peter. *OEE Overall Equipment Effectiveness Su Abordaje Unicista*. Buenos Aires: Blue Eagle Group, 2006. 230 p.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2011.

GEREMIA, C.F. **Desenvolvimento de programa de gestão voltado à manutenção das máquinas e equipamentos e ao melhoramento dos processos de manufatura fundamentado nos princípios básicos do TPM**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2001. 211p.

MOUBRAY, J. **Introdução à manutenção centrada na confiabilidade**. São Paulo: Aladon, 1996.

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa (paraná), p.1-16, 2008.

STOFFEL, Douglas; QUINTAS, Juan Pablo Raggio. **Aumento da disponibilidade e da confiabilidade em um módulo desacelerador de produtos**. Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa (paraná), p.1-24, out. 2014.

TACHIBANA, M., Naniwada, M. & Salvendy, G. **Modelo operacional para aumentar a qualidade, produtividade e lucratividade em manutenção**. In: SALVENDY, G. & KARWOWSKI, W. Projeto de

trabalho e desenvolvimento de pessoal em fabricação avançada. Nova York: Wiley, 1994. p. 535-51

XAVIER, Júlio Nascif. Manutenção – **Tipos e Tendências**. Disponível em www.manter.com

WAEYENBERGH, G; PINTELON, L. Uma estrutura para o desenvolvimento de conceitos de manutenção.
International Journal Production Economics, v. 77, p. 299-313, 2002

WAEYENBERGH, G; PINTELON, L. **Uma estrutura para o desenvolvimento de conceitos de manutenção**.
International Journal Production Economics, v. 77, p. 299-313, 2002

WYREBSKI, Jerzy. **Manutenção produtiva total** - um modelo adaptado. 1997. Dissertação (M.sc) - UFSC, Florianópolis, 1997. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/jerzy/>>. Acesso em: 10 out. 2007. Acesso em 17 de janeiro de 2003;